

Exercice :

A. On introduit dans un becher un volume $V = 50 \text{ mL}$ d'une solution de chlorure d'aluminium ($\text{Al}^{3+} + 3 \text{ Cl}^-$), de concentration en soluté apporté $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$, dans laquelle plonge une lame d'aluminium. Dans un second becher, on introduit un volume $V = 50 \text{ mL}$ d'une solution de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$), de concentration molaire en soluté apporté $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$, dans laquelle plonge une lame de cuivre. On relie les deux bechers à l'aide d'un pont salin contenant du nitrate d'ammonium ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^-$).

Lorsqu'on branche un voltmètre électronique avec sa borne COM reliée à l'électrode d'aluminium, on mesure une différence de potentiel $U = + 1,8 \text{ V}$.

A.1. Quelle est la polarité de la pile ?

A.2. Quel est le rôle du pont salin ?

B. On relie la pile à un conducteur ohmique.

B.1. Faire un schéma légendé en indiquant le sens du courant dans le circuit, et en représentant le déplacement des différents porteurs de charge à l'intérieur et à l'extérieur de la pile.

C. La pile fonctionne pendant 1 h 30 min en débitant un courant d'intensité constante $I = 40 \text{ mA}$.

Données : Le faraday: valeur absolue de la charge d'une mole d'électrons de symbole F
 $F = 9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$

Masse molaire de l'aluminium: 27 g.mol^{-1}

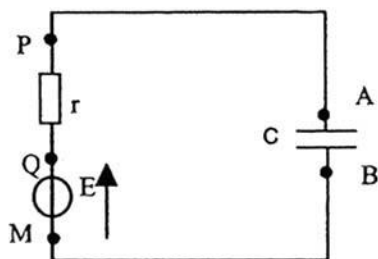
C.1. Calculer la quantité d'électricité Q échangée pendant 1 h 30 min.

C.2. Calculer la quantité de matière d'électrons n_e échangée pendant cette durée.

C.3. Donner la relation entre n_e et n_{Al} , quantité de matière d'aluminium ayant disparu.

C.4. Calculer la perte de masse de l'électrode d'aluminium.

D. La pile est équivalente à l'association série d'un générateur de tension de force électromotrice $E = 1,8 \text{ V}$ et d'un conducteur ohmique de résistance r . On remplace le conducteur ohmique par un condensateur branché entre les bornes P et M de la pile (voir schéma ci-après).



D.1. Recopier le schéma ci- dessus sur la copie en représentant :

- le sens du courant au cours de la charge du condensateur,
- les flèches représentant les tensions U_{QM} , U_{QP} et U_{AB} .

D.2. Quel est le signe de la charge prise par l'armature A du condensateur au cours de la charge ?

D.3. À chaque instant, la charge q_A de l'armature A du condensateur est proportionnelle à la

tension u_{AB} entre ses armatures A et B. Quels sont le nom et l'unité de ce coefficient de proportionnalité ?

E. Après avoir chargé un condensateur de capacité $C = 100 \text{ mF}$ sous la tension $E = 1,8 \text{ V}$, on le décharge dans un moteur qui en tournant provoque la montée d'une hauteur h , à vitesse constante, d'un solide S de masse $m = 100 \text{ g}$.

Donnée : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

E.1. Quelle est l'énergie maximale \mathcal{E} emmagasinée dans le condensateur ?

E.2. De quelle hauteur h pourrait monter le solide si le transfert d'énergie se faisait avec un rendement de 100 % ?

Solution à lire attentivement pour un éventuel travail inchALLAH

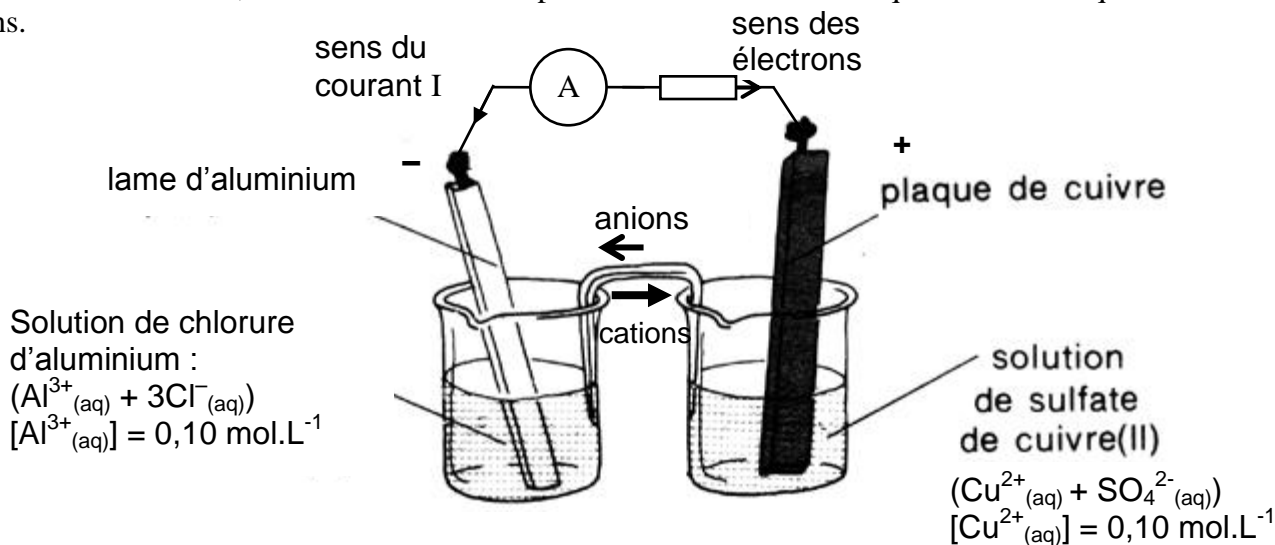
LA PILE CUIVRE-ALUMINIUM

A.1. La borne COM est reliée l'électrode d'aluminium, le voltmètre mesure $U = U_{CuAl} = V_{Cu} - V_{Al} > 0$ donc $V_{Cu} > V_{Al}$. L'électrode de cuivre est la borne positive de la pile et l'électrode d'aluminium est la borne négative.

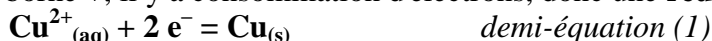
A.2. Le pont salin permet au courant de circuler et il permet de maintenir l'électroneutralité des solutions.

B.1. Schéma de la pile :

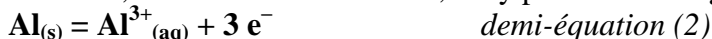
Dans le circuit extérieur, les électrons sont les porteurs de charge, tandis qu'en solution aqueuse ce sont les ions.



B.2. L'électrode cuivre est la borne +, il y a consommation d'électrons, donc une **réduction** :



L'électrode d'aluminium est la borne -, elle libère des électrons, il s'y produit une **oxydation** :



C.1. $Q = I \cdot \Delta t$ convertir I en ampère et Δt en seconde

$$Q = 40 \times 10^{-3} \times 90 \times 60 = 2,2 \times 10^2 \text{ C}$$

C.2. $Q = n_e \cdot F$ soit $n_e = \frac{Q}{F} = \frac{I \cdot \Delta t}{F}$

$$n_e = \frac{40 \times 10^{-3} \times 90 \times 60}{9,65 \times 10^4} = 2,2 \times 10^{-3} \text{ mol d'électrons échangée pendant 1 h 30 min.}$$

C.3. D'après la demi-équation (2), on a $n_{Al \text{ disparu}} = \frac{n_e}{3}$.

C.4. $m_{\text{Al disparu}} = n_{\text{Al disparu}} \cdot M_{\text{Al}}$

$$m_{\text{Al disparu}} = \frac{n_e}{3} \cdot M_{\text{Al}}$$

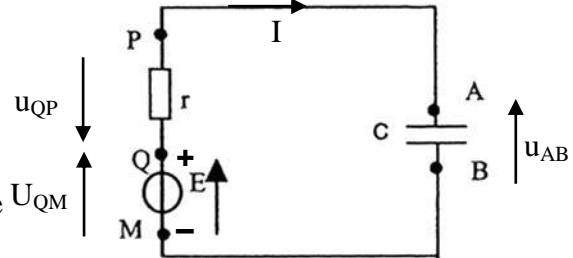
$$m_{\text{Al disparu}} = \frac{2,2 \times 10^{-3}}{3} \times 27 = 2,0 \times 10^{-2} \text{ g} = 20 \text{ mg}$$

calcul effectué avec n_e non

arrondi

D.1. D'après la convention générateur, la flèche tension E a le même sens que le courant I .

D.2. L'armature A est reliée à la borne Q positive du générateur de tension. ($U_{QM} = E = +1,8\text{V} > 0$) Des électrons y sont arrachés, l'armature A porte une charge positive.



D.3. $q_A = C \cdot u_{AB}$ où C est la capacité du condensateur exprimée en farads de symbole F .

E.1. $\mathcal{E} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_{C_{\max}}^2$ Lorsque le condensateur est chargé $u_{C_{\max}} = E$

donc $\mathcal{E} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2$ ne pas confondre E force électromotrice et l'énergie \mathcal{E} .

$$\mathcal{E} = 0,5 \times 100 \times 10^{-3} \times 1,8^2$$

$$\mathcal{E} = 1,6 \times 10^{-1} \text{ J}$$

E.2. Système : Solide de masse m Référentiel : le sol, référentiel terrestre supposé galiléen
L'augmentation d'énergie mécanique du solide est égale à l'énergie stockée initialement dans le condensateur :

$$\Delta E_m = \mathcal{E}$$

$$\Delta E_C + \Delta E_{pp} = \mathcal{E}$$

Le solide monte à vitesse constante, donc son énergie cinétique ne varie pas

$$0 + m \cdot g \cdot h = \mathcal{E}$$

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2$$

$$h = \frac{C \cdot E^2}{2m \cdot g}$$

$$h = \frac{100 \times 10^{-3} \cdot 1,8^2}{2 \times 0,100 \times 10} = 0,16 \text{ m}$$